RESPUESTA DE CULTIVARES Y LINEAS DE GARBANZO A LA INOCULACIÓN CON LA CEPA INIFAT-GR1 DE *MESORHIZOBIUM CICERII*.

Bernardo Dibut Álvarez[1], Marisel Ortega García[1], Tomás Shagarodsky Scull[1], Yoania Ríos Rocafull y Luis Fey Govín[1]. bdibut@inifat.co.cu

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura tropical "Alejandro de Humboltd". (INIFAT).

RESUMEN

Se ofrecen los resultados de la respuesta a la inoculación con *Mesorhizobium cicerii* de 39 variedades y líneas de garbanzo cultivados sobre suelo Ferralítico Rojo. Al evaluar por métodos bioestadísticas los diferentes parámetros relacionados con la baterización, la formación y el rendimiento de las plantas se pueda confirmar la presencia de un grupo de materiales promisorios de distintos hábitos de crecimiento con buena respuesta a la biofertilización, además el comportamiento encontrado refleja la efectividad de la cepa INIFAT GR-1 frente a un amplio espectro de cultivares de *Cicer arietinum* L. Con diferentes grados de procedencia edafoclimáticas adaptadas a las condiciones de Cuba, y de hecho, permite proponer paquetes agrobiológicos con bases Sostenibles para el desarrollo diversificado del cultivo en el país.

Palabras claves: *Mesorhizobium cicerii*, garbanzo, biofertilización

ABSTRAC

This work offered the results of the answer of *Mesorhizobium cicerii* inoculation on 39 varieties and lines of chickpea cultivated under Red Ferralitic soil. The evaluation by biostadistical methods of different parameters related with the bacteria and plant yield confirmed the presence of one group of promissory materials of different growing habitats with a good answer to biofertilization. Besides the belabor finned the result shows the efectivity of INIFAT GR1 strain front a big spectrum of *Cicerii arietinum* L. cultivars with different edaphoclimatic response adapted to Cuban conditions. In fact, it permits to propound agrobiological packages with a sostenaible base on diversity development of this crop in the country.

Key words: *Mesorhizobium cicerii*, chickpea, biofertilization

INTRODUCCION

Las razas de *Rhizobium* que nodulan en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) son muy específicas, solamente nodulan en especies del género *Cicer* y algunas especies del género *Sesbania* (Rupela y Dart, 1989; Mayer *et al*., 2003).Los nódulos deben aparecer en la planta aproximadamente a los 20 días después de la siembra e inoculación y las plantas pueden nodular en condiciones de infección natural si la temperatura interna del suelo es mantenida por debajo de los 30ºC.

Por otra parte, Sasson 2000 y Mayer *et al*., 2003 reportan en suelos aluviales, rojos y amarillos, en la India, respuestas en el rendimiento tan altas como de 25 a 26 kilogramo de grano/ kg de Nitrógeno fijado. Se ha observado una correlación

significativa entre el rendimiento de granos y los parámetros de nodulación particularmente el número y peso de los nódulos a los 61 después de la siembra (Rupela y Dart, 1989).

En años anteriores bajo las condiciones de Santiago de las Vegas se observó al estudiar variedades de garbanzo la infección en plantas de forma natural por una cepa de la especie *Mesorhizobium cicerii.* Dicha cepa ha sido estudiada por Dibut *et al.*(2005) denominándola INIFAT GR-1 en interacción con el cultivar de alto rendimiento Nacional-6, demostrándose que los niveles de nitrógeno fertilizante cuando se aplica *Rhizobium* se pueden reducir en un 70%. No obstante, debido a la marcada especificidad de la interacción de los genotipos de garbanzo con el microsimbionte, resulta necesario realizar el estudio de la respuesta de diferentes cultivares y líneas de garbanzo frente a la inoculación de la cepa INIFAT GR-1 de *Mesorhizobium cicerii* con el objetivo de poder seleccionar una interacción genética efectiva cepa-variedad en función de la FBN (Fijación Biológica del Nitrógeno) y la formación del rendimiento en este cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Se inocularon 39 cultivares y líneas de garbanzo con la cepa INIFAT GR_1 de *Mesorhizobium cicerii* (tabla 1), siguiendo los procedimientos señalados por Dibut *et al.* (2005). Las labores culturales y atenciones fitosanitarias se realizaron según el instructivo técnico para el cultivo del garbanzo bajo las condiciones de Cuba (Shagarodsky *et al*., 2005). Las parcelas evaluadas constaban de 4 surcos de 2m de largo a 0.45 m entre hileras y 0.20 m entre planta sembradas sobre un suelo Ferralítico Rojo (Instituto de Suelos, 2000).

Se evaluaron las siguientes variables: Número de nódulos por planta (en 5 plantas tomadas al azar de los surcos centrales de las parcelas). (**NONO**), Número de vainas por planta. (**NOVA),** Número de ramas primarias (**NR1),** Número de ramas secundarias **(NR2),** Peso seco de la planta (g) **(PEPL),** Peso de las vainas (g) (**PEVA)** y Rendimiento por planta (g) **(REPL).**

El conteo del número de nódulos se realizó a los 70 días de la siembra luego de un riego, arrancando cuidadosamente las plantas en forma de mota, lavando posteriormente las raíces, aunque a pesar de este manejo se produjo perdidas de nódulos en las plantas. Se realizó la transformación $\sqrt{x+0.5}$ en el caso de los nódulos y $\times^{1/2}$ para el número de vainas /plantas. Se utilizaron como variedades testigos L-27 con y sin inoculación de la cepa INIFAT GR-1 (testigos 1 y 2 respectivamente) y el cultivar L-29 (testigo 3) inoculado y distribuido en otras parcelas, todos representativos del tipo Kabuli; junto a WR-315 (testigo 4) y P-678 (testigo 5), representativos del tipo Desi.

Las variables número de nódulos y de vainas por planta se le realizó el análisis de varianza ANOVA según diseño de clasificación simple y diferencias entre medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan. Todo el procesamiento se realizó empleando el programa STAT-ICTF 4.0.

Tabla 1 Relación de los cultivares y líneas de garbanzo inoculados con la cepa de *Mesorhizobium cicerii* INIFAT-GR-1.

No.	Variedades	Procedencia	No.	Variedades	Procedencia
1	VIR-32	Rusia	23	Bujeo Beige	Cuba
2	KATAN	España	24	Nacional -6	Cuba
3	P-2163	Cuba	25	L-31	Cuba
4	Equinulado Segovia	España	26	L-30 g	Cuba
5	L-29 (Testigo 3)	Cuba	27	L-24	Cuba
6	BG-5145	España	28	N5	Cuba
7	BG-1139	España	29	Castuo	España
8	BG-5509 pl	España	30	BG-17011	España
9	JG-62	India	31	BG-1392	España
10	L-38	Cuba	32	BG-10929	España
11	BG-1392 sel.1	España	33	BG- 4230	España
12	WR-315 (Testigo 4)	INDIA	34	BG-1351	Rusia
13	P-678 (Testigo 5)	INDIA	35	L-29 (Testigo 3)	Cuba
14	L-27 sin Rhiz. (Testigo 2)	Cuba	36	L-5HA	Cuba
15	P-678 (Testigo 5)	India	37	L-38 Selec. Roja	Cuba
16	L-27con Rhiz. (Testigo 1)	Cuba	38	N-3	Cuba
17	ATHENAS	España	39	BG-17011	España
18	BIANKA	España	40	WR-315 (Testigo 4)	India
19	ICCL 81001	España	41	NT	Cuba
20	BAGDAD	España	42	Bujeo blanco	España
21	KAIRO	España	43	BG 17023	Marruecos
22	Pedrosillano	España			

RESULTADOS Y DISCUSION

Se ha obtenido, por vez primera en Cuba, respuesta a la inoculación con la cepa INIFAT GR-1 de *Mesorhizobium cicerii* de una amplia gama de variedades de garbanzo, mostrando la asociación planta - microorganismo diferentes grados de efectividad a través del número de nódulos y las variables componentes del rendimiento.

En la Tabla 2 se observa que el número de nódulos por planta presenta diferencias altamente significativas entre las variedades estudiadas, mostrando el Testigo 1 (L-27) un alto número de nódulos por planta, aunque la variedad con mayor nodulación fue P-2163, ambas variedades no difirieron significativamente de :VIR-32, L-38, BG-1392 selec 1, oscilando el máximo número de nódulos por planta entre 7.06 y 9.95, valor que se puede considerar de medio a alto, teniendo en cuenta el índice de nodulación para esta especie (Hardarson y Danso, 1993).

Tabla 2. Respuesta de las variedades de garbanzo en cuanto al número de nódulos y número de vainas/planta.

No	número de nódulos	Número de vainas/planta	No	número de nódulos	Número de vainas/planta
1	7.06 abcd	33.52 lmn	23	3.41 hij	56.10 ghijkl
2	3.18 hij	66.09 defghijkl	24	3.34 hij	101.40 abcdefgh
3	9.95 a	113.20 abcdefg	25	4.22 efghi	121.88 abcde
4	2.50 j	74.47 cdefghijkl	26	4.07 fghi	62.72 efghijklm
5	3.93 fghi	49.70 hijklmn	27	3.48 hij	63.52 defghijklm
6	5.64 cdefg	3.64 cdefg	28	2.50 j	24.01 mn
7	4.28 efghi	98.60 abcdefghi	29	5.76 cdef	127.69 abc
8	5.72 bcdef	58.82 fghijklm	30	3.76 fghij	152.52 ab
9	7.66 abcd	123.65 abcd	31	3.93 fghi	123.87 abcd
10	7.47 abcd	89.11 bcdefghij			
11	7.10 abcd	114.91 abcdef	33	3.82 fghij	63.84 defghijklm
12	6.49 bcde	104.24 abcdefgh	34	3.25 hij	34.33 klmn
13	3.84 fghij	56.55 ghijklmn	35	3.93 fghi	159.51 a
14	4.01 fghi	77.61 cdefghijkl	36	4.10 fghi	80.82 cdefghijk
15	4.28 efghi	60.68 fghijklm	37	3.32 hij	69.88 cdefghijkl
16	8.65 ab	55.95ghijklm	38	2.50 j	17.89 n
17	3.18 hij	40.06 jklmn	39	2.82 lj	59.75 fghijklm
18	3.93 fghi	60.37 fghijklm	40	3.58 ghij	142.24 abcdefgh
19	5.61 cdefg	122.32 abcde	41	3.41 hij	163.58 a
20	3.90 fghij	46.78 ijklmn	42	3.41 hij	63.84 defghijklm
21	4.22 fghi	33.98 klmn	43	4.22 efghi	105.88 abcdefg
22	3.18 hij	77.44 cdefghijkl			
Promedios General			X	4.37	76.38
Error Estándar de la media			Esx	0.194	0.913
Coeficiente de Variación			CV(%)	28.146	23.33
a,b,c.. diferencia entre medias por carácter son significativas para p> 0.5					

En el caso de las variedades del tipo Desi se observó que el cultivar JG-62 tampoco difirió de las variedades citadas en cuanto al número de nódulos por planta y unido a WR-315 mostraron dentro de este grupo los mayores niveles de nodulación. Reportes de Rupela y Dart (1989) en la India destacan al cultivar JG-62 como uno de los de mayor nodulación al estudiar una amplia colección de garbanzo con alto potencial de rendimiento.

Al comparar el testigo inoculado (testigo 1) con la misma variedad sin inoculación (testigo 2) se observó que había un número efectivo de nódulos por planta menor difiriendo significativamente. Se explica la presencia de nódulos en el testigo 2 debido a que en el suelo se encuentra de forma nativa la bacteria, aunque al parecer la población de esta en el suelo es insuficiente lo que justifica la aplicación de esta bacteria a la semilla en el momento de la siembra.

Se pudo constatar (tabla 3) que los índices con mayor coeficiente de variación fueron el número de nódulos (82.72 %), el rendimiento por planta (70.51%), peso de las vainas (64.93%) y número de vainas por planta (46.63%) con coeficientes superiores al 40% indicadores estos de la alta variabilidad existente en la colección estudiada.

Tabla 3.- Distribución de la media, desviación estándar, rango y coeficiente de variación (%) en la colección de cultivares y líneas de garbanzo estudiada.

Variable	Media	Desviación Estándar	Rango mínimo	Rango máximo	CV %
ALPL	62.78	10.71	41.20	90.90	17.06
NOVA	83.83	39.09	18.00	186.50	46.63
NONO	2.20	1.82	0.00	7.80	82.72
NR1	3.17	0.45	2.20	4.20	14.19
NR2	8.59	2.84	6.00	14.80	33.06
PEPL	105.96	51.82	17.81	20.90	48.90
PEVA	37.24	24.18	7.62	127.20	64.93
REPL	27.30	19.25	5.00	96.15	70.51

En relación al nivel de correlación entre las variables estudiadas no se observaron correlaciones significativas entre el número de nódulos y el resto de las variables. Sin embargo, no por esperadas, se observó correlaciones positivas y significativas entre el rendimiento por planta, el número de vainas por planta y el peso de las vainas. Además, de una alta correlación entre el peso de la planta y el peso de las vainas.

Resultados similares al evaluar el comportamiento de 21 líneas de garbanzo frente a la inoculación con la bacteria fueron obtenidos por Brockwell y Gault (1972) bajo similares condiciones de ensayo, de estos estudios, igualmente se pudo identificar sistemas cepa-variedad para diferentes localidades de siembra. Gaur y Sen, en

1979, igualmente lograron obtener un patrón de respuesta similar a la biofertilización de diferentes líneas de garbanzo.

Aún cuando no se incluyó en este estudio el índice de cosecha (IC) como un carácter a estudiar, se obtuvo altos IC en las variedades con mayor nodulación. Como se puede demostrar, emerge un grupo de variedades de aceptable eficiencia frente a la bacterización con la cepa del microorganismo, lo que permite recomendar la biofertilización de materiales con diferentes hábitos de crecimiento con vistas de poder ampliar la estrategia varietal del cultivo en el país.

Teniendo esto en cuenta, estos resultados permiten diseñar una estrategia de biofertilización basada en una amplia diversidad genética del cultivo según las condiciones edafoclimáticas que imperan en las regiones donde se ha establecido la producción de esta especie de leguminosa en el país, posibilitando recomendar diferentes variedades para diversas localidades.

Así, de hecho, la asociación planta-microorganismo confiere a la tecnología del cultivo del garbanzo un adecuado componente de sostenibilidad con marcados impactos socioeconómico y ambiental; fundamentalmente por concepto de la no aplicación de elevada cantidad de fertilizante nitrogenado al cultivo (70 kN/ha), el cual es suplementado a la planta por la actividad de la bacteria (Dibut *et al*., 2005), unido al efecto de descontaminación del agroecosistema, por la misma razón.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se observó una respuesta variable de la colección de genotipos de garbanzo estudiados frente a la inoculación con la cepa INIFAT-GR-1 de *Mesorhizobium cicerii.*
2. Los cultivares que presentan una mayor efectividad de la nodulación fueron: P-2163, VIR-32, L-38, BG-1392, dentro de los tipos Kabuli, y JG-62 junto a WR-315, dentro de los tipos Desi.
3. Se deben continuar estos estudios en otros tipos de suelo para confirmar la respuesta observada en la colección estudiada frente a la inoculación de la cepa INIFAT GR-1 de *Mesorhizobium cicerii* bajo estas condiciones, y considerar aquellos casos donde se observe ausencia de nodulación con el objetivo de seleccionar líneas útiles no nodulantes para estudios comparativos de fijación de nitrógeno.

REFERENCIAS

Brockwell, J. y R.R. Gault. 1972. Evaluation of symbiotic response in 21 introduced lines of chickpea. *Rev. Div. PI. Ind. CSIRO. Aust*. Vol. 9, No 1: 4 -11.

Dibut .B , M. Ortega, T .Shagarodsky y L. Fey. 2005. Biofertilización del garbanzo (*Cicer arietinun* L) con *Mesorhizobium cicerii* sobre suelo Ferralítico Rojo. *Cultivos Tropicales*. Vol 25, Nº 2: 7-12.

Gaur, M. y D.A. Sen.1979. Cross inoculation group specificity in Cicer-Rhizobium symbiosis. *New Phytologist*, 83: 745-754.

Hardarson.G y S.K.A. Danso. 1993. Methods for measuring biological nitrogen fixation in grain legumes. *Plant Soil*, 152: 19-23.

Instituto de Suelos. 2000. Nueva clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 96pp.

Mayer, J.; B. Franz; J. Erik Steen; M. Scholter y H. Jurgen. 2003. Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a N^{15} in situ stean labelling method. *Soil. Biol*. *Biochem*, Vol. 35, No. 1: 21-28.

Rupela, O.P. y P.J. Dart. 1989. Research on symbiotic nitrogen fixation by chickpea at ICRISAT, Hyderabad, India, 28 Feb- 2 March, pág.161-178.

Sasson, A. 2000. La contribución de las biotecnologías a la alimentación. *Biotecnología Aplicada*. Vol. 17, No. 1: 2-6

Shagarodsky, T.; M. L. Chiang; M. Cabrera; O. Chaveco, M. R. López; B. Dibut; M. Dueñas; M. Vega y N. Permuy. 2005. Manual de instrucciones técnicas para el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en las condiciones de Cuba. INIFAT-MINAG, Holguín 20 pp.